

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-234162

(43)Date of publication of application : 19.09.1989

(51)Int.Cl.

B24B 41/04
B24B 47/10

(21)Application number : 63-060087

(71)Applicant : SEIKO SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 14.03.1988

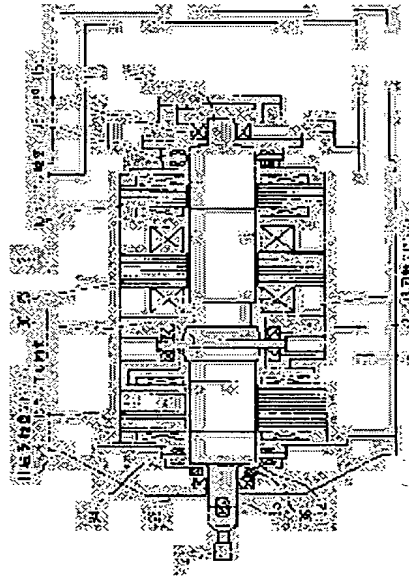
(72)Inventor : ANDO YOSHINORI

(54) PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To control a cutting action for a work properly and increase the processing efficiency and processing precision for the work by controlling the magnetic force of electromagnets of a magnetic shaft bearing spindle electrically.

CONSTITUTION: By electrically controlling the magnetic force of radial electromagnets 15, 16 by a magnetic shaft bearing controller so as to displace a rotary spindle 13 from a target position before a change to a target position after the change while detecting the position of the rotary spindle 13 in the diametric direction by position detectors 34, 36, so a grindstone 41 is operated to perform a cutting action to the work. As a result, the cutting action can be adjusted finely electrically, and its responsiveness can be improved extraordinarily, thereby an inner hole of a work can be cut and processed to have a predetermined roundness securely.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-234162

⑮ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月19日

B 24 B 41/04
47/10

7908-3C
7908-3C

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全9頁)

⑭ 発明の名称 加工方法

⑰ 特 願 昭63-60087

⑱ 出 願 昭63(1988)3月14日

⑲ 発 明 者 安 藤 恵 徳 千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号 セイコー精機株式会社内

⑳ 出 願 人 セイコー精機株式会社 千葉県習志野市屋敷4丁目3番1号

㉑ 代 理 人 セイコー電子工業株式会社

明 細 書

1. 発明の名称 加工方法

2. 特許請求の範囲

(1) 端部に工具を設けた回転スピンドルと、この回転スピンドルを磁気力により浮上して軸受支持する電磁石と、前記回転スピンドルの径方向の位置を検出する位置検出手段と、この位置検出手段から信号を入力して前記回転スピンドルを目標位置に維持するよう前記電磁石の磁気力を制御する磁気軸受制御装置とを有する磁気軸受スピンドルを備えた加工機械において、前記回転スピンドルの径方向の目標位置を変更することにより前記工具にワークの切込み動作を行なわせることを特徴とする加工方法。

(2) 前記回転スピンドルの目標位置の変更は、前記加工機械の主切込位置に基づいて行なうことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の加工方法。

(3) 前記回転スピンドルの目標位置の変更は、

ワークの寸法検出手段からの定寸信号に基づいて行なうことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の加工方法。

(4) 前記回転スピンドルの目標位置の変更による切込み動作は、前記加工機械の主切込動作を停止した後に行うことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の加工方法。

(5) 前記回転スピンドルの目標位置の変更は、前記電磁石に流れる電流に基づいて行なうことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の加工方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、磁気軸受スピンドルを備えた加工機械の加工方法に関する。

〔発明の概要〕

本発明は、磁気軸受スピンドルにおける回転スピンドルの目標位置を変更して工具にワークの切込み動作を行なわせることにより、加工機械の

機械的誤差や応答性の優劣にかかわらずワークの加工能率および加工精度の向上を図るものである。

〔従来の技術および問題点〕

従来の加工機械、例えば研削盤においては、砥石によるワークの切り込みは、ワーク側のワークテーブル、あるいは砥石側の砥石テーブルを移動させることにより、ワークと砥石の間に相対位動を生じさせて行っていた。また、研削盤においては、ワークの加工能率および加工精度の向上のために、切り込み途中でオーバフィードあるいはリトラクション等の切り込み動作を行うことがある。オーバフィードとは瞬間的な過剰切り込みのことで、リトラクションとは瞬間的な切り込みの後退のことである。いずれも寸法としては微々たるものであり、瞬時に行われるものである。このような微少なオーバフィードあるいはリトラクションも従来は、前記ワークテーブルあるいは砥石テーブルを移動させることにより行っていた。

しかしながら、ワークテーブルや砥石テ

ブルはその質量が大きく、またこれらを駆動するモータ、ボールネジ機構等は機械的誤差を不可避免的に有し、さらにテーブル軸受部やオイルシール等の摩擦抵抗、上記質量が大きなテーブルの慣性等により応答性が劣化する。このため、高い精度と優れた応答性を必要とする上記オーバフィードあるいはリトラクションを効果的に行なうことができず、したがってその目的とするワークの加工能率および加工精度の向上を十分達成することができないという問題点があった。

〔問題点を解決するための手段〕

そこで、本発明による加工方法は前記問題点を解決するため、端部に工具を設けた回転スピンドルと、この回転スピンドルを磁気力により浮上して軸受支持する電磁石と、前記回転スピンドルの径方向の位置を検出する位置検出手段と、この位置検出手段から信号を入力して前記回転スピンドルを目標位置に維持するよう前記電磁石の磁気力を制御する磁気軸制御装置とを有する磁気軸

受スピンドルを備えた加工機械において、前記回転スピンドルの径方向の目標位置を変更することにより前記工具にワークの切込み動作を行なわせることを特徴とするものである。

〔作用〕

このような加工方法によれば、位置検出手段により回転スピンドルの径方向の位置を検出しながら、磁気軸制御装置により、回転スピンドルを、変更前の目標位置から変更後の目標位置に変位させるよう、電磁石の磁気力を電氣的に制御することにより、工具にワークの切込み動作を行なわせるため、電氣的に微量調整が可能となるとともに応答性も飛躍的に向上し、研削盤の機械的誤差や応答性の優劣とは無関係に、確実にワークの加工能率および加工精度の向上を図ることができる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面に基づい

て説明する。第1～6図は本発明による加工方法の第1実施例を示す図である。

第1図に示す内面研削盤10において、11は磁気軸受スピンドルであり、この磁気軸受スピンドル11は砥石テーブル14の上に固定支持されている。砥石テーブル14はベッドフレーム19上のレール17に沿ってモータ23により軸線方向に移動移動可能となっている。20はワーク21を固定支持するチャック装置であり、このチャック装置20に固定されたワーク21はモータ24により回転駆動され、チャック装置20はワークテーブル22の上に固定支持されている。ワークテーブル22はベッドフレーム19上のレール18に沿ってモータ25により砥石テーブル14と直角方向に移動移動可能となっている。

次に、第2図に示す磁気軸受スピンドル11において、12はその外形を構成する本体であり、この本体12の軸線部には回転スピンドル13が配置されている。回転スピンドル13の両端部周囲には、この回転スピンドル13を磁気浮上させ

て軸受支持するラジアル電磁石15、16が、本体12側に設けられている。回転スピンドル13の長さ方向中間部には、回転スピンドル13を回転駆動するモータ28と、回転スピンドル13のフランジ部30を介して回転スピンドル13の軸方向の変位を規制する一対のアキシアル電磁石31、32が、本体12側に設けられている。

ラジアル電磁石15の近傍には回転スピンドル13の径方向の位置を検知する位置センサ34が本体12側に設けられ、ラジアル電磁石16の近傍にはやはり回転スピンドル13の径方向の位置を検知する位置センサ35が本体12側に設けられている。また、回転スピンドル13の一端側（図中左端側）に形成された段部13aの近傍には、回転スピンドル13の軸方向の位置を検知する位置センサ36が本体12側に設けられている。

回転スピンドル13の一端側の小径部13bおよび他端側の小径部13cの周囲にはそれぞれ、ラジアル電磁石15、16が通電をOFFされて回転スピンドル13の磁気浮上力を失ったときに、

小径部13b、13cを介して回転スピンドル13を直接軸受支持する保護ベアリング38、39が本体12側に設けられている。回転スピンドル13の小径部13bの先端部には、回転スピンドル13が回転することによりワーク21を研削加工する円柱状の砥石41が設けられている。

ラジアル電磁石15、16はそれぞれ第3図に示すように、回転スピンドル13の上下、左右隣近傍に各1個、計4個ずつ（15a～15d、16a～16d）設けられている。また、第4図に示すように磁気軸受スピンドル11は磁気軸受制御装置47により制御され、さらにこの磁気軸受制御装置47は、ワーク21に主切り込み動作を与えるワークテーブル22を駆動するモータ25のサーボドライバ27とともに、CPU50によりD/A変換器55～57を介してプログラム制御されるようになっている。

このような磁気軸受スピンドル11は、位置センサ34、35により回転スピンドル13の径方向の位置を検出しながら、回転スピンドル13

を変更前の目標位置から変更後の新たな目標位置に変位させるよう、磁気軸受制御装置47により電磁石15、16の磁気力を電氣的に制御することができるようになっている。たとえば第3図中左側のラジアル電磁石15b、16bと右側のラジアル電磁石15d、16dの磁気力を異ならしめるよう電氣的に制御することにより、回転スピンドル13は回転したまま図中左右いずれかに所定距離だけ平行移動させることができる。

次に、このような磁気軸受スピンドル11を備えた内面研削盤10の研削方法について説明する。まずモータ24によりチャック装置20のワーク21を回転させるとともに、磁気軸受スピンドル11の回転スピンドル13を介して砥石41を回転させ、モータ23により磁気軸受スピンドル11を介して砥石41をワーク21の内周面の内側に進入させる。次にCPU50はサーボドライバ27を介してモータ25を回転させ、チャック装置20のワーク21をその径方向に移動させ

て、砥石41に対してワーク21の切込みを行うとともに研削作業に入る。

モータ25の回転をエンコーダ52が検出し、このエンコーダ52からの出力信号のパルス整形および方向判別を行った後、位置カウンタ48により切り込み位置が演算され、それによってCPU50は現在粗研送り範囲か否かを判別する（第5図のP1）。現在粗研送り範囲であると判別したときはCPU50はROM51などのメモリと照合して、その時点でワーク21の加工能率および加工精度の向上のため最も適切な目標オーバーフィード量および目標リトラクション量を設定する（図P2）。

次にCPU50はこれらの量に対応するランプ波を発生させ（図P3）、D/A変換器55、56、磁気軸受制御装置47を介してラジアル電磁石15、16の磁気力を電氣的に制御することにより、回転スピンドル13の径方向の目標位置を第6図の線図AのA1部に示すように、ROM51などで設定された時間と量により正逆方向に

変更させて回転スピンドル13を変位させ(同図P4)、前述のようなオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を行わせる(同図P5)。第6図における線図Bはモータ25、ワークテーブル22によるワーク21の主切り込み位置を示し、そのうちのB1は急速送り範囲、B2は粗研送り範囲、B3は精研送り範囲を示している。

次にCPU50は研削が完了したか否かを判別し、完了していない場合には制御手順をスタート側に戻す。そして再び、現在粗研送り範囲か否かを判別し(第5図のP1)、位置カウンタ48からの信号によりそうでないと判断したときはさらに、現在精研送り範囲か否かを判別する(同図P6)。現在精研送り範囲であると判断したときは、CPU50はROM51などのメモリと照合して、その時点でワーク21の加工能率および加工精度の向上のため最も適切な目標オーバフィード量および目標リトラクション量を設定する(同図P7)。

次にCPU50は前記と同様にこれらの量

に対応するランプ波を発生させ(同図P3)、D/A変換器55、56、磁気軸受制御装置47を介してラジアル電磁石15、16の磁気力を電氣的に制御することにより、回転スピンドル13の径方向の目標位置を第6図の線図AのA2部に示すように、瞬間的に正逆方向に変更させて回転スピンドル13を変位させ(同図P4)、前述のようなオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を行わせる(同図P5)。このように、粗研送り範囲あるいは精研送り範囲において、適切なオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を回転スピンドル13の変位により行わせることにより、電氣的な微量調整が可能となるとともに応答性も飛躍的に向上し、研削盤10の機械的誤差や応答性の優劣とは無関係に、確実にワーク21の加工能率および加工精度の向上を図ることができる。

第7〜9図には本発明の第2実施例について示す。この第2実施例は第7図に示すように、前

記第1実施例におけるエンコーダ52、位置カウンタ48等の代わりに、ワーク21の加工寸法を検出して、I/Oポート53を介してCPU50に寸法信号を入力させる寸法装置45を設けたものである。そして寸法装置45は、ワーク21が粗研送り範囲で加工されるとき途中の第1所定寸法に達したときに第1シュミット信号を出力し、ワーク21が精研送り範囲で加工されるとき途中の第2所定寸法に達したときに第2シュミット信号を出力するようになっている。

この第2実施例は、CPU50はサーボドライバ27を介してモータ25を回転させ、ワーク21をその径方向に移動させてその切込みを行うとともに研削作業に入った後、ワーク21の加工寸法を寸法装置45が検出し、その加工寸法が前記第1所定寸法に達したときに寸法装置45は第1シュミット信号をI/Oポート53に出力する(第8図のP1)。このようにI/Oポート53に第1シュミット信号が入力されると、CPU50はROM51などのメモリと照合して、その

時点でワーク21の加工能率および加工精度の向上のため最も適切な目標オーバフィード量および目標リトラクション量を設定する(同図P2)。

次にCPU50はこれらの量に対応するランプ波を発生させ(同図P3)、D/A変換器55、56、磁気軸受制御装置47を介してラジアル電磁石15、16の磁気力を電氣的に制御することにより、回転スピンドル13の径方向の目標位置を第9図の線図AのA1部に示すように、瞬間的に正逆方向に変更させて回転スピンドル13を変位させ(同図P4)、前記第1実施例と同様にオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を行わせる(同図P5)。第9図における線図Bは寸法装置45が検出したワーク21の加工寸法に相当する寸法信号を示すもので、そのうちのB1は粗研送り範囲における寸法変化、B2は精研送り範囲における寸法変化を示している。

次にCPU50は研削が完了したか否かを判別し、完了していない場合には制御手順をスタート側に戻す。そして再び、第1シュミット信号が

出力されたか否かを判別し、I/Oポート53からの信号によりそうでないと判断したときはさらに、定寸装置45が第2シュミット信号を出力したか否かを判別する。ワーク21の加工寸法が前記第2所定寸法に達したときに定寸装置45は第2シュミット信号をI/Oポート53に出力する(同図P6)。このようにI/Oポート53に第2シュミット信号が入力されると、CPU50はROM51などのメモリと照合して、その時点でワーク21の加工能率および加工精度の向上のため最も適切な目標オーバーフィード量および目標リトラクション量を設定する(同図P7)。

次にCPU50は前記と同様にこれらの量に対応するランプ波を発生させ(同図P3)、D/A変換器55、56、磁気軸受制御装置47を介してラジアル電磁石15、16の磁気力を電気的に制御することにより、回転スピンドル13の径方向の目標位置を第9図の線図AのA2部に示すように、瞬間的に正逆方向に変更させて回転スピンドル13を変位させ(同図P4)、前述の

デ52からの出力信号のパルス整形および方向判別を行った後、位置カウンタ48により切り込み位置が演算され、それによってCPU50は現在粗研送り範囲が終了したか否かを判別する(第10図のP1)。現在粗研送り範囲が終了したと判別したときはCPU50はD/A変換器55、56、磁気軸受制御装置47を介してラジアル電磁石15、16の磁気力を電気的に制御することにより、回転スピンドル13の径方向の目標位置を第11図の線図Aに示すように、徐々に連続的に切り込み方向に変更させて、徐々に連続的に回転スピンドル13を径方向に変位させる(同図P2)。第11図における線図Bはモータ25、ワークテーブル22によるワーク21の主切り込み位置を示し、そのうちのB1は急速送り範囲、B2は粗研送り範囲、B3は精研送り範囲を示しているが、B3は図示するように主切り込みが全く行われず水平となっている。その代わり、同図の線図Aに示すように、また上述したように、粗研送り終了後に精研範囲において回転スピンドル13を徐々

ようなオーバーフィードおよびリトラクションの切り込み動作を行わせる(同図P5)。このように、前記第1実施例と同様に粗研送り範囲あるいは精研送り範囲において、適切なオーバーフィードおよびリトラクションの切り込み動作を回転スピンドル13の変位により行わせることにより、研削盤10の機械的誤差や応答性の優劣とは無関係に、確実にワーク21の加工能率および加工精度の向上を図ることができる。

第10図、第11図には本発明の第3実施例について示す。この第3実施例は第4図に示す前記第1実施例と同様に、エンコーダ52、位置カウンタ48等を用い、前記第2実施例のような定寸装置45は用いない。

この第3実施例において、CPU50はサーボドライバ27を介してモータ25を回転させ、ワーク21をその径方向に移動させてその切込みを行うとともに研削作業に入った後、モータ25の回転をエンコーダ52が検出し、このエンコー

に連続的に切り込み方向に変位させるため、この回転スピンドル13のみの変位により精研送りを行うこととなる(同図P3)。

このように、精研送り範囲を回転スピンドル13のみの変位により行わせることにより、電気的な微量調整が可能となるとともに応答性も飛躍的に向上し、研削盤10の機械的誤差や応答性の優劣とは無関係に、確実にワーク21の加工能率および加工精度の向上を図ることができる。

なお、上記実施例においては研削方法を内面研削盤のものについて説明したが、本発明を外面研削盤に用いてもよい。

また、上記実施例においては主として第12図に示すように、回転スピンドル13を平行に変位させることを念頭において説明したが、第13図(a)、(b)に示すように回転スピンドル13を傾けて変位させるようにしてもよい。このことにより、砥石が減ってきてワークの加工面が傾いたときにそれを矯正する効果を得ることがで

きる。

また前記実施例のほか、第14図に示すように、磁気軸受スピンドルのラジアル電磁石15、16に流れる電流値を検出して、その電流値に基づいて回転スピンドルの目盛位置の変更を行なうようにしてもよい。上記電流値により粗研送り範囲か精研送り範囲か等の切り込み状態を判別することができるからである。

さらに、上記実施例においては加工方法を実施する加工機械として研削盤について説明したが、研削盤以外の他の加工機械について本発明を実施してもよい。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明の加工方法によれば、磁気軸受スピンドルの電磁石の磁気力を電気的に制御することにより工具にワークの切込み動作を行なわせるため、電気的に微量調整が可能となるとともに応答性も飛躍的に向上し、加工機械の機械的誤差や応答性の優劣とは無関係に、確實

にワークの加工能率および加工精度の向上を図ることができる。

4. 図面の簡単な説明

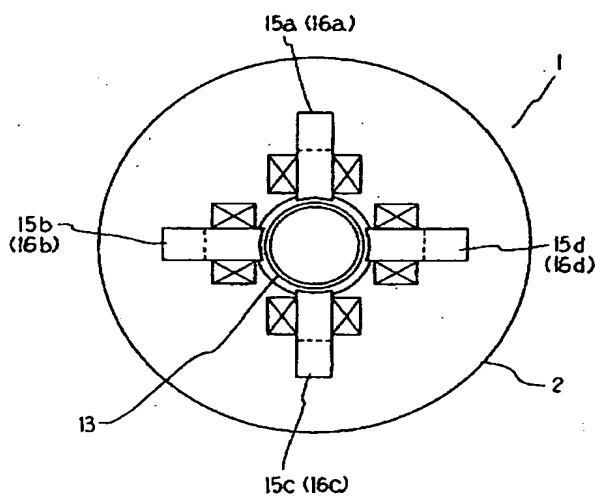
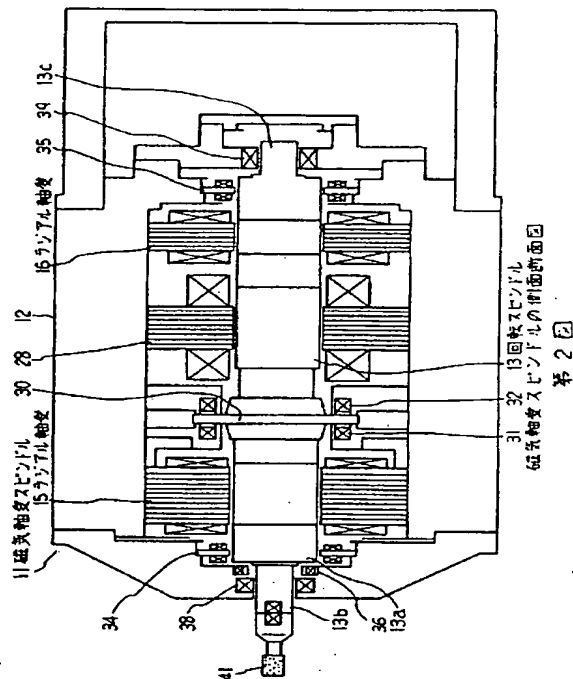
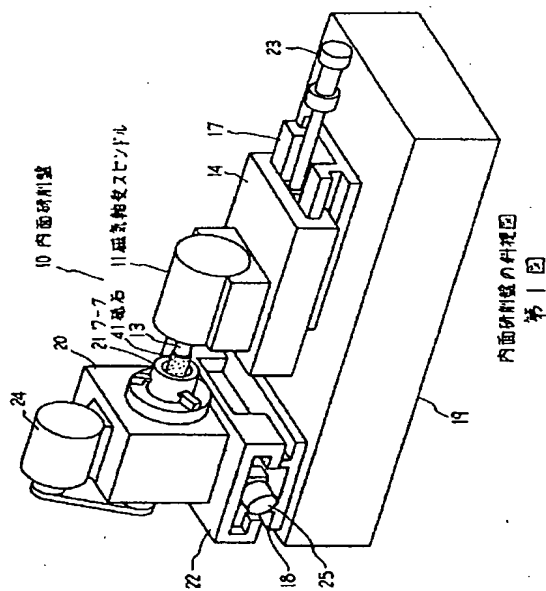
第1～6図は本発明による加工方法の第1実施例を示す図であり、第1図は内面研削盤の斜視図、第2図は磁気軸受スピンドルの側面断面図、第3図はその正面断面図、第4図は内面研削盤の制御ブロック図、第5図はそのフローチャート図、第6図はワークの主切り込み位置と回転スピンドルによるオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を時間との関係で示す切込み特性線図、第7～9図は本発明の第2実施例を示す図であり、第7図は内面研削盤の制御ブロック図、第8図はそのフローチャート図、第9図はワークの加工寸法に相当する定寸信号と回転スピンドルによるオーバフィードおよびリトラクションの切り込み動作を時間との関係で示す切込み特性線図、第10～11図は本発明の第3実施例を示す図であり、第10図はそのフローチャート図、第11

図はワークの主切り込み位置と回転スピンドルの変位による精研送り動作を時間との関係で示す切込み特性線図、第12図、第13図(a)、(b)はそれぞれ上記実施例における回転スピンドルの変位時の姿勢を示す側面図、第14図は本発明の他の実施例を示す制御ブロック図である。

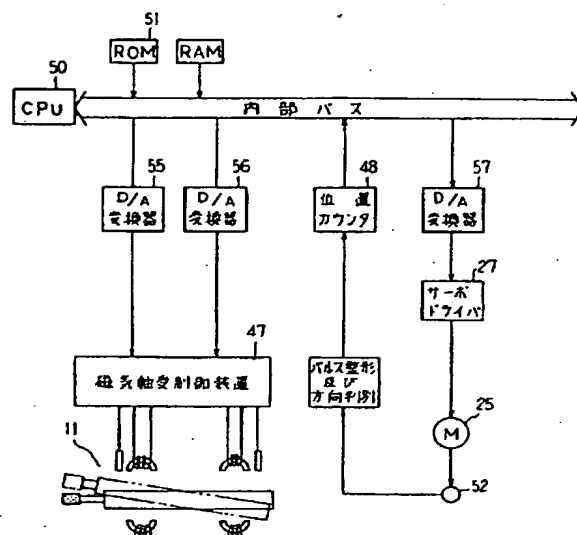
- 10 …… 内面研削盤
- 11 …… 磁気軸受スピンドル
- 12 …… 本体
- 13 …… 回転スピンドル
- 13 a …… 段部
- 13 b, 13 c …… 小径部
- 14 …… 磁石テーブル
- 15 (15 a～15 d) …… ラジアル電磁石
- 16 (16 a～16 d) …… ラジアル電磁石
- 17, 18 …… レール
- 19 …… ベッドフレーム
- 20 …… チェック装置
- 21 …… ワーク

- 22 …… ワークテーブル
- 23～25, 28 …… モータ
- 27 …… サーボドライバ
- 30 …… フランジ部
- 31, 32 …… アクシシャル電磁石
- 34～36 …… 位置センサ
- 38, 39 …… 保護ベアリング
- 41 …… 磁石
- 45 …… 定寸装置
- 47 …… 磁気軸受制御装置
- 48 …… 位置カウンタ
- 50 …… CPU
- 51 …… ROM
- 52 …… エンコーダ
- 53 …… I/Oポート
- 55～57 …… D/A変換器

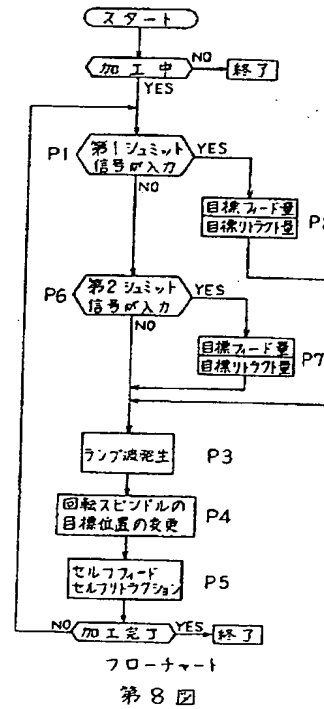
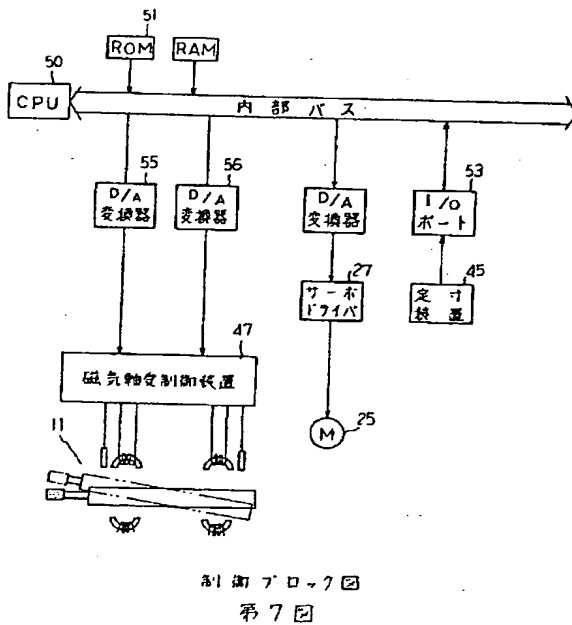
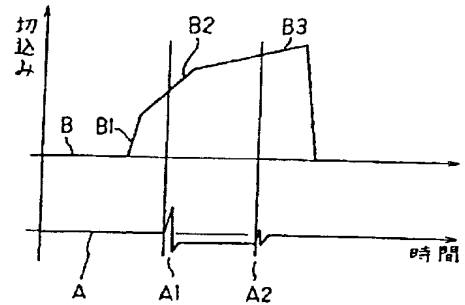
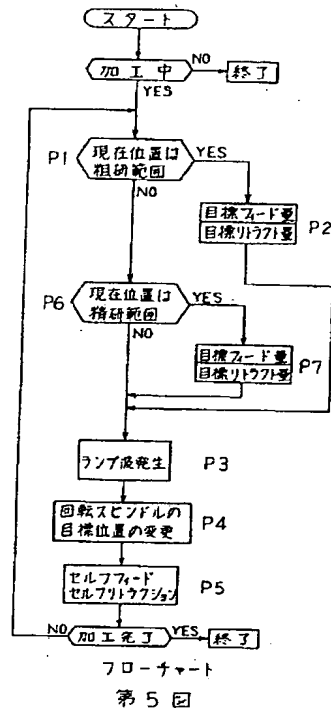
特許出願人 セイコー精機株式会社
代理人 セイコー電子工業株式会社

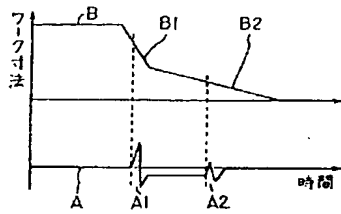


正面断面図
第3図

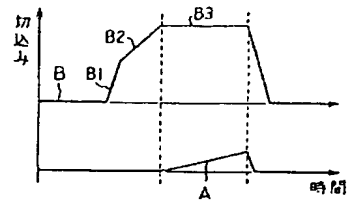


制御ブロック図
第4図

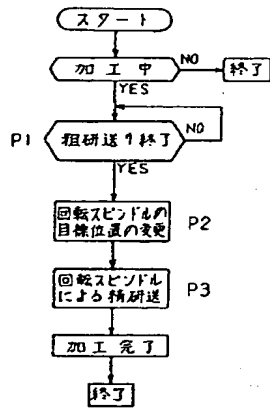




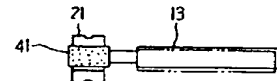
切込み特性線図
第9図



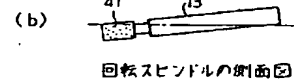
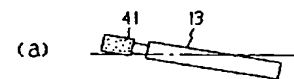
切込み特性線図
第11図



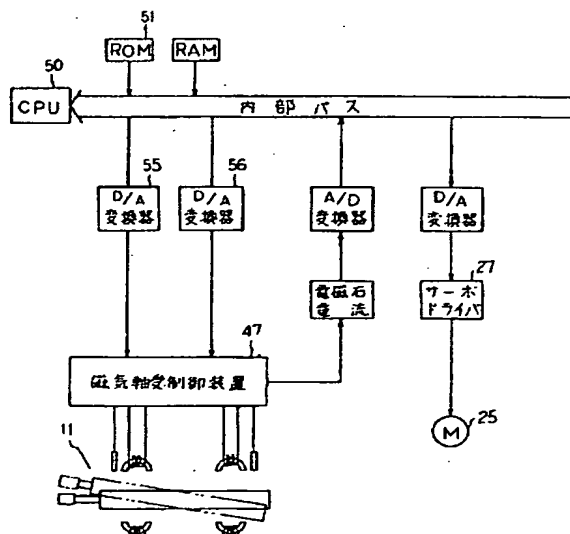
フローチャート
第10図



回転スピンドルの側面図
第12図



回転スピンドルの側面図
第13図



制御ブロック図
第14図

THIS PAGE BLANK (USPTO)